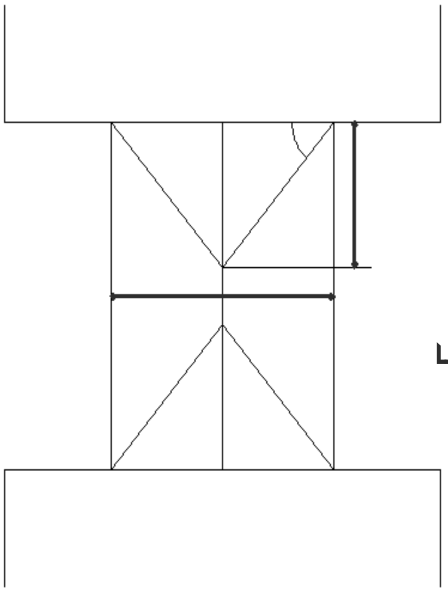
اختبارات المعادن

د.حسن هدلة

علم المواد

اختبار الضغط

يستخدم في المواد الهشة للحكم على قابلية المادة للكسر ومدى قابليتها لتأثير الضغط الحاصل عليها حيث أنه نادرا ما يستخدم من أجل الحصول على العلاقات التصميمية مثل (حد المرونة للمادة أو حد المتانة أو حد الخضوع أو ----)



عينة اختبار الضغط شكلها أسطواني أكبر من عينة الشد من حيث القطر

علل: طول عينة الاختبار h_0 يجب أن يكون ضمن المجال $(d_0<h_0<3d_0)$؟

الغاية من هذا الشرط أنه عندما تكون $(h_0>3d_0)$ فإن هذا يمكن أن يسبب انحناء المادة نتيجة تأثير القوى الضاغطة عليها.

أما اختيار $h_0>d_0$ فهذا يعود ان العينة المطبق عليها القوة يحصل عليها انزياح أعظمي في الذرات عند السطح وانزياح معدوم عند المحور تؤدي لحصول مخروط فاصل رأس العينة العلوي و السفلي ((حيث إن تداخل رأسي المخروطين يؤدي لنتائج مغلوطة نتيجة الضغط))

و هذا يتحقق وفقا للعلاقة التالية: $\tan \alpha min = \frac{x}{\frac{d0}{2}} = 1$ وهذا يتحقق عندما ◈$\alpha_{min}=45$

زاوية الانكسار : هي الزاوية α التي يبدأ عندها

حدوث شقوق بالمادة تبدأ بالتكسر نتيجة تأثير القوى الضاغطة عليها

ملاحظة: عند الضغط تأخذ العينة شكلا برميليا بدلا من الشكل الاسطواني نتيجة لوجود قوى الاحتكاك بين السطوح المتلامسة.

يبين الشكل أدناه مقارنة بين زوايا انكسار لمختلف أنواع المواد ونلاحظ أن زاوية الانكسار لا يمكن الحصول عليها في المعادن اللدنة والمواد المطيلية إذ أن هذه العينات لا تنكسر وإنما تتحول لشكل أسطواني مع ازدياد قوى الضغط المطبقة عليها لذلك تدرس هذه المواد فقط إلى حد المرونة.

اهم العلاقات المستنتجة من اختبار الشد

1. الانفعال الهندسي:

$$\square=\frac{\Delta h}{h0}=\frac{h0-hi}{h0}=1-\frac{hi}{h0}$$

2. حسب مبدأ ثبات الحجم أي الحجم قبل الضغط=الحجم بعد الضغط يصبح لدينا

$$V_0=V_i \Rightarrow A_0*h_0=A_i*h_i \Rightarrow \frac{hi}{h0}=\frac{A0}{Ai}$$

3. الانفعال الحقيقي :

$$\in=\ln\frac{hi}{h0}=\ln\frac{A0}{Ai}$$

4. الاجهاد الهندسي:

$$\square=\frac{F}{Ao}$$

5. الاجهاد الحقيقي:

$$\sigma i=\frac{F}{Ai}=\frac{\frac{F}{A0}}{\frac{Ai}{A0}}=\sigma*\frac{A0}{Ai}=\sigma(1-\varepsilon)$$

سؤال امتحاني: ارسم منحني ($\varepsilon-\square$) لعينة لا نهائية الطول

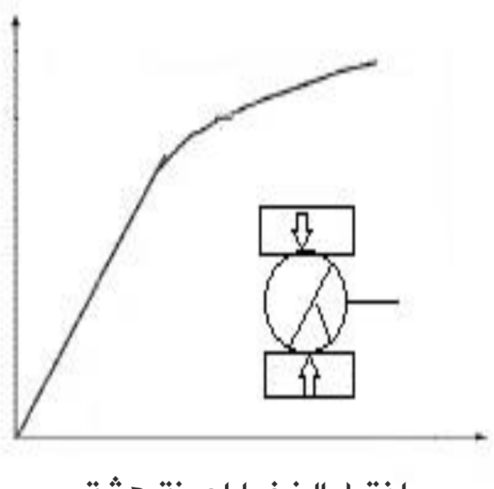
> **ملاحظة:** تهدف هذه الخطوة إلى البحث عن منحني الضغط العينة الخالية من تأثير الاحتكاك الحاصل بين نهايتي العينة و الرؤوس الضاغطة في نتائج القياس

الحل : لرسم منحني ($\varepsilon-\square$) لعينة لا نهائية الطول نختار العديد من العينات (ثلاث عينات فرضا) نسبتها

($\frac{ho}{d0}=2$ ، $\frac{h0}{d0}=1.5$ ، $\frac{h0}{do}=1$)

من المخطط A نختار على المحور الأفقي قيمة معينة للانفعال النسبي (50٪ مثلا) ثم نرفع من النقطة الدالة على هذه القيمة خطاً شاقولياً فيقطع هذا الخط منحنيات الضغط في (A B C) الموجودة في المخطط a فإذا قمنا بنقل قيمة هذه الاجهادات إلى مخطط بياني آخر (المخططB)((نلاحظ في هذا المخطط الأرقام التي تدل على النسب مرقمة من اليسار لليمين بحيث تنطبق النقطة الموافقة للقيمة ∞ نقطة المبدأ))

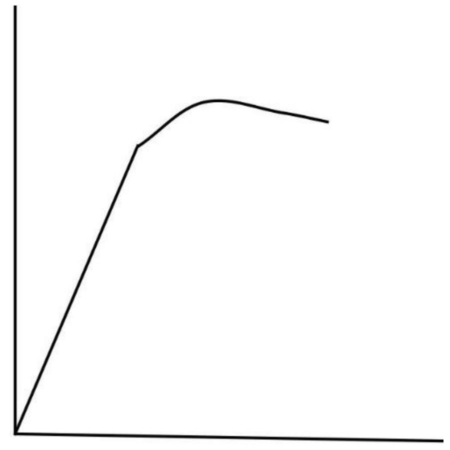
أخذت فيه قيمة الاجهاد كتابع للنسبة المعطاة $\frac{h0}{d0}$ فإننا نحصل على المنحني



اختبار الضغط لعينة هشة

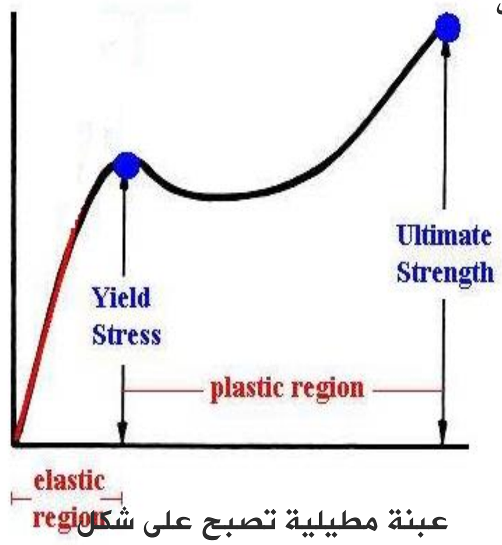
الكسر يحدث عند زاوية بين

(65-55)

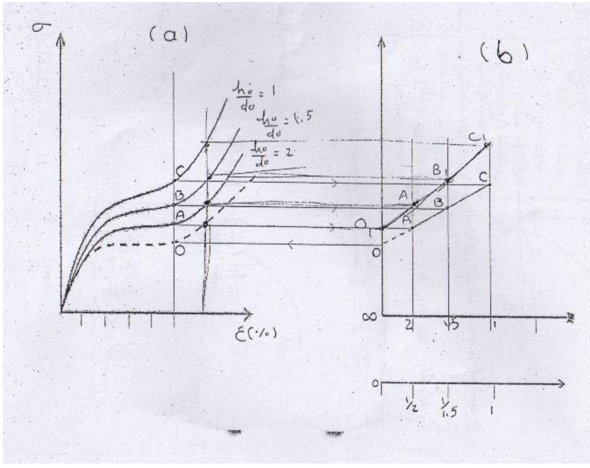


عينة نصف مطيلية

الكسر يحدث عند زاوية أقل من 45



عبنة مطيلية تصبح على شكل قرص نتيجة الضغط



المبين في المخطط b و الذي يمر بالنقاط (A B C) الموجودة في المخطط b وبتمديد هذا المنحني حتى يقطع المحور الشاقولي ((محور ال∞)) نحصل على قيمة الاجهاد نفسه الذي يسبب الانفعال نفسه في العينة اللانهائية الطول و هي النقطة o وبتمديد هذه النقطة إلى الخط الشاقولي المرسوم في المخطط a نحصل على النقطة o في المخطط a وهي نقطة من المنحني المطلوب رسمه و بتكرار هذه العملية عدة مرات بأخذ قيم الانفعال جديدة من الشكل a يتكون لدينا عدة نقاط من المنحني المطلوب رسمه عندها نستطيع رسم المنحني المطلوب الممثل لعينة لا نهائية الطول

ملاحظة: إن الطريقة الصحيحة تتمثل بأخذ ثلاث نقاط على الأقل لكن تم الرسم هنا بنقطتين للتوضيح

اختبار القص

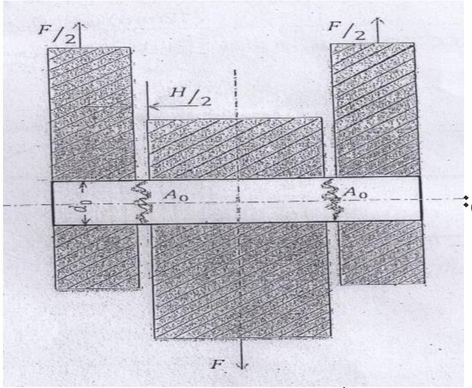
يجري اختبار القص على العينات من قطع الآلات المعرضة لإجهادات في ظروف مشابهة مثل: المسامير 'الأوتاد' الخوابير وغيرها و يجري الاختبار على آلة الشد بعد تغيير الفكوك الخاصة باختبار الشد

تحسب مقاومة القص من العلاقة: $t = \frac{Fmax}{2A0}$

حيث **t** مقاومة القص $\mathbf{N\backslash(m^2)}$

$\mathbf{A_0}$ مساحة المقطع العرضي للمسمار و هي تتبع لشكله

حيث الرقم 2 يدل على عدد المساحات المعرضة للقص كما هو موضح في الشكل

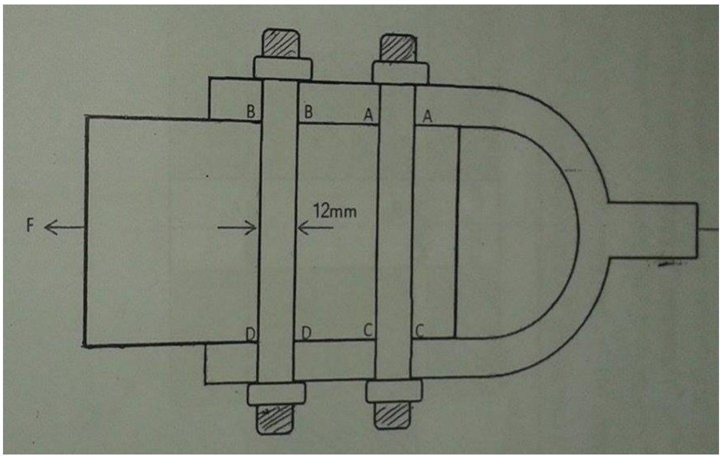


مثال 2: لو كان الشكل السابق يحوي مسمارين ((بدلا من مسمار واحد)) لأصبح القانون:

$$t = \frac{Fmax}{4Ao}$$

مسألة: لدينا الوصلة الميكانيكية التالية و لنفرض أن قوى التحميل هي **F=90KN** و هي ممثلة لقوى التحميل حتى القص فإذا كان قطر البرغي **(12mm)**

حدد القيمة المتوسطة لإجهاد القص الذي يحصل في المقاطع العرضية **(AA-BB-CC-DD)**



الحل:

$$t = \frac{Fmax}{4A0} = \frac{90}{\frac{4\pi(12^2)}{4}}$$

$$t = 0.1989 KN\backslash(mm^{\wedge}2)$$

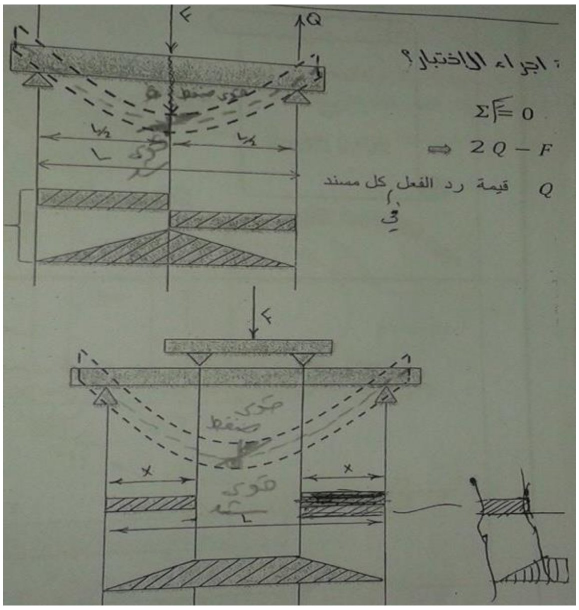
مسألة: لدينا مسمار تبشيم واحد استعمل لوصل صفيحتين ((بعد وصل هذا المسمار يتم شد إحدى الصفيحتين إلى اليمين و الأخرى نحو اليسار مما يؤدي لقص المسمار))

فإذا كان قطره **D=20mm** و قيمة الحمل المطبق **p=30KN** ما قيمة إجهاد القص الوسطي الذي يخضع له مسمار التبشيم:

الحل:

$$t = \frac{P}{A0} = \frac{30*(10^3)}{\pi(20^2)\frac{1}{4}} = 95.5\frac{N}{(mm^2)}$$

اختبار الانحناء



تدلي السهم أو الانحناء نرمز له **(f)** و عند القيوة العظمى ب **(Fmax)**

إن مخطط القوى الداخلية ليس مطلوبا إنما سيعطى بالتفصيل في مقاومة المواد الفصل الثاني

ملاحظة: غالبا طول عينة الانحناء **(600mm)** ويكون مقطعها دائريا قطره**(300mm)**

الاجهاد الحاصل نتيجة الانفعال يعطى بالعلاقة:

$$\square max = \frac{Mmax}{w}$$

حيث **w** عزم المقاومة القطبي و يعلى بالعلاقات.

إذا كان المقطع دائريا: $w = \frac{\pi(d^2)}{32}$

و إذا كان المقطع مستطيلا: $w = \frac{b(a^2)}{6}$

وM_{max} هي قيمة العزم الأعظمي المطبق نكتسبه من خلال أخذ قيمة العزوم عند المحور:

$$\sum M_{max} = \frac{F}{2} * \frac{l}{2} = \frac{F*l}{4}$$

ففي حال كات المقطع دائري لعيتة الاختبار $\sigma_{max} = \frac{\frac{F*l}{4}}{\frac{\pi(d^3)}{32}} = \frac{8F*l}{\pi(d^3)}$

قيمة سهم التدلي((أو الانحناء)) تعطى بالعلاقة:

$$F_{max} = \frac{1}{48} * \frac{F*(l^3)}{E*I}$$

حيث (I)عزم العطالة المحوري و (F)القوة المطبقة و (L)طول العينة بين مسندين و (E) معامل المرونة للمادة و يعطى بالعلاقات:

للمقطع الدائري: $I = w * \frac{d}{2} = \frac{\pi(d^3)}{32} * \frac{d}{2} = \frac{\pi(d^4)}{64}$

للمقطع المستطيل: $I = w * \frac{a}{2} = \frac{b(a^2)}{6} * \frac{a}{2} = \frac{b(a^3)}{6}$

في حال كان المقطع دائريا:

$$Fmax = \frac{1}{48} * \frac{F(l^3)}{El} = \frac{1}{12} * \frac{\frac{f*l}{4}}{E * w * \frac{d}{2}}(l^2)$$

$$= \frac{1}{12} * \frac{2(l^2) * \sigma max}{Ed} = \frac{1}{2} * \frac{\sigma max * (l^2)}{Ed}$$

العلاقة التي تربط بين الاستطالة و سهم الانحناء في حالة الشد:

$$\sigma max = E * \varepsilon = E * \frac{\Delta L}{L}$$

$$\Delta L = \frac{\sigma max * L}{E}$$

العلاقة التي تربط بين اختبار الانحناء و الشد:

$$\frac{F}{\Delta L} = \frac{\frac{1}{6} * \frac{\sigma_{max} * (L^2)}{Ed}}{\sigma_{max} * L * \frac{1}{E}} = \frac{L}{6d}$$

و بما أن طول عينة الانحناء (600mm) و قطرها(30mm) فبالتعويض في العلاقة السابقة ينتج : $F =$ $3.33333 \Delta L$ أي إن الانفعال الحاصل من اختبار الانحناء يكافئ 333333.3 من الانفعال الحاصل من اختبار الشد.

كما نعلم فإن عينة اختبار الشد لا يتجاوز طولها (100mm) هذا يؤدي إلى أن قيمة الانفعال الحاصل نتيجة اختبار الانحناء يساوي $3.33333 * \frac{600}{100}$=20

ضعفا لذا يفضل استخدام اختبار الانحناء بدلا من اختبار الشد فضلا عن الحصول على بعض القيم التصميمية إضافية عتن اختبار الشد

أهم العلاقات المستنتجة من اختبار الانحناء :

قيمة معامل المرونة:

$$E = \frac{\sigma max * (l^2)}{6 * Fmax * d} \qquad Fmax = \frac{(l^2) * \sigma max}{6 * E * d}$$

قابلية المادة للانحناء:

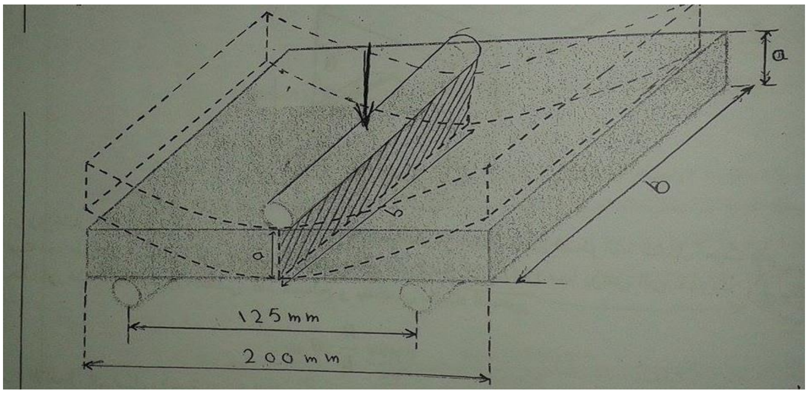
$$\emptyset = \frac{Fmax}{L} * 100$$

معامل انحناء المادة:

$\frac{\sigma b}{\sigma t} = cb$ حيث b اجهاد الانحناء t اجهاد الشد

مسألة: قوة تحمل الثني((الانحناء)) لمادة مقواة بالألياف الزجاجية $\sigma max = 315 \frac{MN}{(m^2)}$ و معامل الثني $E = 124 \frac{GN}{(m^2)}$

العينة عبارة عن جائز عرضه (12mm) و ارتفاعه(9.5mm) و طوله(200mm) تم سنده بين مسندين اسطوانيين البعد بينهما (125mm)



المطلوب :

1. تحديد قيمة القوة المطلوبة لكسر المادة.
2. قيمة التدلي وذلك بفرض عدم حصول أي تشوهات لدنة حاصلة في المادة.

الحل:

$$1)\ \sigma max = \frac{\frac{F*L}{4}}{\frac{b(a^2)}{6}} = \frac{3*F*L}{2*b*(a^2)}$$

$$F = \frac{2*b*(a^2)*\sigma max}{3*L} = \frac{2*12*(9.5^2)*315}{3*315} = 1815N$$

ملاحظة: $\sigma max = 315\frac{MN}{(m^2)} = 315*\frac{(10^6)}{(10^6)}\frac{N}{(mm^2)}$

$$2) Fmax = \frac{1}{48}*\frac{F*(L^3)}{E*I} = \frac{1}{48}*\frac{F*(I^3)}{E*\frac{b*(a^3)}{12}} = \frac{1}{48}*\frac{1815*(125^3)}{124*(10^3)*\frac{12*(9.5^3)}{12}} = 0.7mm$$

ملاحظة: $E = 124\frac{GN}{(m^2)} = 124\frac{(10^9)}{(10^6)}\frac{N}{(mm^2)}$

انتهت .....المحاضرة..........

نرجو أن تكونو قد استفدتم......